

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 พลู	4
2.2 การเสื่อมเสียของอาหารประเภทน้ำมัน ไขมัน และอาหารที่มีไขมัน	8
เป็นส่วนประกอบ	
2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมัน	15
2.4 ไขมันหรือน้ำมันทอดอาหาร	17
2.5 สารกันหืน (Antioxidant)	20
2.6 กระบวนการสกัดสารจากพืชเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร	35
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	40
3.1 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และสารเคมี	40
3.2 วิธีการทดลอง	43
ตอนที่ 1 ศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบพลู	48

ตอนที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัด สารสกัดจากใบพลู	50
ตอนที่ 3 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากใบพลู	51
ตอนที่ 4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดจากใบพลูต่อการเกิด ออกซิเดชันของน้ำมันพืช	52
ตอนที่ 5 ศึกษาผลของสารสกัดจากใบพลูต่อความคงตัวของน้ำมันพืช เมื่อได้รับความร้อนซ้ำ	53
ตอนที่ 6 การประยุกต์ใช้น้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูกับผลิตภัณฑ์อาหาร	54
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	56
4.1 ศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบพลู	56
4.2 ศึกษาความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบพลู	59
4.3 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากใบพลู	62
4.4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดจากใบพลูต่อการเกิดออกซิเดชัน ของน้ำมันพืช	64
4.5 ศึกษาผลของสารสกัดจากใบพลูต่อความคงตัวของน้ำมันพืชเมื่อได้รับ ความร้อนซ้ำ	74
4.6 การประยุกต์ใช้น้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูกับผลิตภัณฑ์อาหาร	86
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	97
5.1 สรุปผลการทดลอง	97
5.2 ข้อเสนอแนะ	99
เอกสารอ้างอิง	100
ภาคผนวก	107
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ	108
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม	118
ภาคผนวก ค ภาพโครมาโทแกรม	120
ประวัติผู้เขียน	124

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 วิธีการสกัดที่ใช้ในการศึกษา เพื่อหาวิธีการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบพลู	50
3.2 ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลที่ใช้ศึกษา เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบพลู	51
3.3 สภาวะการเก็บสารสกัดจากใบพลูที่ใช้ในการศึกษา	52
3.4 ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบพลูที่ใส่น้ำมันพืช เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดต่อการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันพืช	53
4.1 ปริมาณสารสกัดที่ได้ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ในแต่ละวิธีการสกัด	57
4.2 ปริมาณสารสกัดที่ได้ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปกรดแกลลิก และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ของสารสกัดจากใบพลูผงที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นแตกต่างกัน	60
4.3 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากใบพลูผง	61
4.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัด ในช่วงการเก็บ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยแสดงในรูป ค่า P	63
4.5 ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส)	68
4.6 ปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส)	68

- 4.7 ปริมาณ conjugate dienes ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 69
- 4.8 ปริมาณ conjugate trienes ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 69
- 4.9 ปริมาณเฮกซานาลของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 70
- 4.10 ค่าสี L* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 72
- 4.11 ค่าสี a* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 72
- 4.12 ค่าสี b* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 73
- 4.13 ความหนืดของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปให้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส) และหลังนำไปให้ความร้อน (160 องศาเซลเซียส) 73
- 4.14 ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง 79
- 4.15 ปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง 79
- 4.16 ปริมาณ conjugate dienes ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง 80

4.17 ปริมาณ conjugate trienes ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	80
4.18 ปริมาณเฮกซานาลของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	81
4.19 ค่าลิ L* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	84
4.20 ค่าลิ a* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	84
4.21 ค่าลิ b* ของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	85
4.22 ความหนืดของน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ และน้ำมันพืชใส่บีเอชที 200 ppm ก่อนนำไปให้ความร้อน และหลังนำไปให้ความร้อนแต่ละครั้ง	85
4.23 ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันพืชหุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm หลังผ่านการทอดในแต่ละครั้ง	88
4.24 ปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันพืชหุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm หลังผ่านการทอดในแต่ละครั้ง	88
4.25 ค่าลิ L* ของมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชหุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง	90
4.26 ค่าลิ a* ของมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชหุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง	90
4.27 ค่าลิ b* ของมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชหุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง	91

- 4.28 ปริมาณมาโลนาไดออลดีไฮด์ของไขมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชชุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง 91
- 4.29 คะแนนความชอบโดยรวมของไขมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชชุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง 95
- 4.30 คะแนนความชอบด้านสีของไขมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชชุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง 95
- 4.31 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของไขมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชชุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง 96
- 4.32 คะแนนความชอบด้านรสชาติของไขมันฝรั่งแห้งที่ทอดในน้ำมันพืชชุดควบคุม และน้ำมันพืชใส่สารสกัดจากใบพลูที่ความเข้มข้น 500 ppm ในการทอดแต่ละครั้ง 96

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 พลุ	4
2.2 ตำแหน่งการเกิดไฮโดรไลซิสของกลีเซอไรด์	9
2.3 ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของกลีเซอไรด์	11
2.4 ขั้นตอนการเสื่อมคุณภาพของไขมัน	14
2.5 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในขั้นเริ่มต้นและขั้นต่อเนื่อง	14
2.6 กลไกการทำงานของสารกันหืนในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	23
2.7 โครงสร้างบีเอชเอ	25
2.8 โครงสร้างบีเอชที	26
2.9 โครงสร้างโพรพิลแกลเลต	27
2.10 โครงสร้างทีบีเอชคิว	28
2.11 โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก	29
2.12 โครงสร้างหลักของสารฟลาโวนอยด์กลุ่มต่างๆ	30
2.13 โครงสร้างพื้นฐานของกรดเบนโซอิก กรดฟีนิลอะซิติก และกรดซินนามิก	31
2.14 โครงสร้างของกรดแกลลิก	31
2.15 โครงสร้างของไซยานิดิน ฟิโอนิดิน เคลฟิเนดิน และฟิลาโรโกนิน	32
3.1 การสู่มสารระเหยของตัวอย่างด้วยเทคนิค SPME	47
3.2 เครื่อง Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID)	47
4.1 ความสามารถในการต้านออกซิเดชันซึ่งแสดงในรูป IC ₅₀ ของสารสกัดที่สภาวะการเก็บต่างๆ ในช่วงการเก็บ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน	64